

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 01 264.4

Anmeldetag: 15. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges

IPC: B 60 K 41/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Januar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als Antriebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem Antriebsstrang des Fahrzeuges wirkverbundbar sind.

20

Stand der Technik

Hybridantriebe für Fahrzeuge sind bekannt. Bei den hier angesprochenen Hybridantrieben wird eine Verbrennungskraftmaschine mit wenigstens einer elektrischen Maschine kombiniert, so dass mehrere Antriebsquellen für das Fahrzeug zur Verfügung stehen. Entsprechend vorgegebener Anforderungen durch einen Fahrzeugführer können hierbei die Antriebsquellen wahlweise ihre Antriebsmomente in einen Antriebsstrang des Fahrzeuges einspeisen. Hierdurch ergeben sich in an sich bekannter Weise in Abhängigkeit konkreter Fahrsituationen unterschiedliche Antriebsgestaltungsmöglichkeiten, die insbesondere der Ver-

besserung eines Fahrkomforts und der Reduzierung eines Energieeinsatzes sowie der Reduzierung einer Schadstoffemission dienen.

- 5 Bei Hybridantrieben für Fahrzeuge sind serielle Anordnungen, parallele Anordnungen und gemischte Anordnungen von Verbrennungskraftmaschine und elektrischen Maschinen bekannt. Je nach Anordnung sind die elektrischen Maschinen direkt oder indirekt in den Antriebsstrang der Verbrennungskraftmaschine schaltbar.
- 10 Zur Wirkverbindung der Verbrennungskraftmaschine und/oder der elektrischen Maschinen ist bekannt, diese über Getriebe, beispielsweise Planetengetriebe oder dergleichen, und Kupplungen miteinander wirkver-
- 15 bindbar anzuordnen.

- Um einen Fahrerwunsch nach einer Antriebsleistung des Hybridantriebes optimal umsetzen zu können, ist eine koordinierte Ansteuerung der Antriebsmaschinen des
- 20 Hybridantriebes erforderlich, die bekanntermaßen durch ein so genanntes Steuergerät erfolgt. Die Ansteuerung der Antriebsmaschinen kann hierbei basierend auf einem durch das Steuergerät zu bestimmenden Soll-Betriebszustand des Hybridantriebes erfolgen.
- 25 Ziel bei der Bestimmung dieses Soll-Betriebszustandes ist insbesondere ein geringer Kraftstoffverbrauch, ein dynamisches Fahrverhalten des Fahrzeuges und eine geringe Schadstoffemission.

- 30 Ferner ist allgemein bekannt, Fahrzeuge mit einem elektronisch ansteuerbaren Bremssystem, beispielsweise

weise einer elektrohydraulischen Bremse oder einer elektromechanischen Bremse, auszustatten.

Vorteile der Erfindung

5

- Das erfindungsgemäße Verfahren mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet den Vorteil, dass durch eine Verknüpfung der Ansteuerung eines Hybridantriebes des Fahrzeuges mit der Ansteuerung eines
- 10 Bremssystems des Fahrzeuges eine optimale Nutzung der verfügbaren Energie des Fahrzeuges möglich ist. Dadurch, dass in Abhängigkeit einer negativen Momentanforderung eine diese negative Momentanforderung berücksichtigende koordinierte Ansteuerung der An-
- 15 triebmaschine und eines Bremssystems des Fahrzeuges erfolgt, wird insbesondere vorteilhaft möglich, dass eine Rückgewinnung der Bremsenergie unter Berücksichtigung von energieoptimalen, komfortoptimalen und sicherheitsoptimalen Randbedingungen erfolgen kann.
- 20 Insbesondere kann durch eine Rückgewinnung von Bremsenergie durch deren Rückspeisung in das elektrische Bordnetz ein Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine gesenkt werden. Die rückgespeiste Energie kann insbesondere in einer Hochleistungsbatterie
- 25 - die der Energieversorgung der wenigstens einen elektrischen Maschine dient - gespeichert werden und steht im Bedarfsfalle zur Einspeisung in das elektrische Bordnetz zur Verfügung.
- 30 Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungs-
beispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher er-
läutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen
Verfahrens;

Figur 2 schematisch das Antriebs- und Bremssystem
eines Fahrzeuges und

Figur 3 Momentkennlinien eines Hybridantriebes.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt in einem Blockschaltbild einen Aus-
schnitt aus einem Steuergerät zur Ansteuerung eines
Hybridantriebes eines Fahrzeuges. Der Hybridantrieb
umfasst eine Verbrennungskraftmaschine 10 sowie
wenigstens eine elektrische Maschine 12. Diese wirken
über ein Getriebe 14 auf einen Antriebsstrang des
Fahrzeuges.

Das Motorsteuergerät umfasst einen so genannten Ko-
ordinator 16 von Längsbewegungen, also in beziehungs-
weise entgegen einer gedachten Fahrtrichtung des
Fahrzeuges. Diese Längsbewegungen des Fahrzeuges wer-
den durch eine Anforderung eines Fahrzeugführers,
beispielsweise durch ein Fahrpedal 18 und ein Brems-
pedal 20, ausgelöst. Ferner kann eine Anforderung an
die Längsbewegung des Fahrzeuges durch einen Fahr-

automat 22 erfolgen. Durch Fahrpedal 18 und/oder Bremspedal 20 und/oder Fahrautomat 22 ist eine Beschleunigung beziehungsweise Verzögerung des Fahrzeuges in Längsrichtung anforderbar, die durch den Hybridantrieb 100 beziehungsweise eine Bremseinrichtung 24 des Fahrzeuges umgesetzt werden. Zur koordinierten Ansteuerung des Hybridantriebes 100, das heißt der einzelnen Komponenten des Hybridantriebes 100, ist ein so genannter Koordinator 26 vorgesehen. Der Antriebskoordinator 26 kommuniziert mit dem Längsbewegungskoordinator 16 über einen Fahrzeugkoordinator 28. Das Fahrzeug umfasst ferner ein elektrisches Bordnetz 30 zur Versorgung der elektrischen Maschine 12 und weiterer elektrischer Aggregate des Fahrzeuges.

Vom Fahrpedal 18 erhält der Koordinator 16 ein Signal 32, das eine Soll-Leistung am Ausgang des Getriebes 14 anfordert. Vom Bremspedal 20 erhält der Koordinator 16 ein Signal 34, das ein Soll-Moment an den Rädern des Fahrzeuges anfordert. Die Größe des Signals 34 bezieht sich auf die Summe der Bremsmomente an den vier Rädern des Fahrzeuges und ist somit proportional zu einer gewünschten Bremskraft, die auf das Fahrzeug in Längsrichtung wirkt. Vom Fahrautomaten 22 erhält der Koordinator 16 ein Signal 36, das eine Fahrzeug-Längsbeschleunigung anfordert.

Der Koordinator 16 bewertet und verarbeitet die Signale 32, 34 und 36 und stellt ein dem Soll-Bremsmoment entsprechendes Signal 38 bereit, das vom Bremssystem 24 angefordert wird. Ferner wird ein

Signal 40 vom Koordinator 16 bereitgestellt, das einer Soll-Antriebsleistung am Ausgang des Getriebes 14 entspricht und vom Koordinator 26 für den Hybridantrieb 100 angefordert wird. Das Signal 40 wird
5 hierbei über den Koordinator 28 an den Koordinator 26 weitergeleitet. Entsprechend dem Signal 40 ist der Koordinator 26 für die Bestimmung des Soll-Betriebszustandes des Hybridantriebes 100 und die hieraus resultierende Ansteuerung der Antriebsmaschinen 10
10 beziehungsweise 12 verantwortlich.

Die Ansteuerung der Antriebsmaschinen 10 und 12 erfolgt so, dass die dem Signal 40 entsprechende Soll-Antriebsleistung am Ausgang des Getriebes 14 realisiert wird. Hierzu gibt der Koordinator 26 der Verbrennungskraftmaschine 10 ein Signal 42, das einem
15 Soll-Ausgangsmoment der Verbrennungskraftmaschine 10 entspricht. Ferner gibt der Koordinator 26 ein Signal 44 an die elektrische Maschine 12 beziehungsweise bei mehreren elektrischen Maschinen 12 an die elektrischen Maschinen 12, das jeweils den Soll-Ausgangsmomenten der elektrischen Maschinen 12 entspricht.
20 Gleichzeitig erhält das Getriebe 14 ein Signal 46, das einem Soll-Gang oder einer Soll-Übersetzung des Getriebes 14 entspricht.
25

Von der Verbrennungskraftmaschine 10 wird dem Koordinator 26 ein Signal 48 geliefert, das dem aktuellen Motorausgangsmoment der Verbrennungskraftmaschine 10
30 entspricht. Die elektrischen Maschinen liefern das aktuelle Moment 50. Ferner liefert das Getriebe 14 ein Signal 52 an den Koordinator 26, das dem

aktuellen Betriebszustand des Getriebes 14 entspricht. Aus den Signalen 48, 50 und 52 ermittelt der Koordinator 26 das aktuelle Getriebeausgangsmoment und stellt es dem Koordinator 28 als Signal 54 zur Verfügung. Dieser leitet das Signal 54 an den Koordinator zur Fahrzeuglängsbewegung weiter. Vom Bremssystem 24 erhält der Koordinator 16 ein Signal 56, das dem aktuellen Rad-Bremsmoment entspricht.

- 10 Der Koordinator 26 erhält von der Verbrennungskraftmaschine 10 ein weiteres Signal 58 zur Verfügung, das weitere Betriebsinformationen über die Verbrennungskraftmaschine 10 enthält. Die Verbrennungskraftmaschine 10 verfügt über ein maximales und ein minimales Motorausgangsmoment. Diese Momente sind entsprechend einer Volllastkennlinie beziehungsweise einer Schleppmomentenkurve über der Motordrehzahl variabel und hängen von weiteren Betriebsparametern wie beispielsweise einer Motortemperatur und dem atmosphärischen Luftdruck ab. Darüber hinaus erhält der Koordinator 26 ein Signal 60 von den elektrischen Maschinen 12. Jede elektrische Maschine 12 verfügt ebenfalls über ein maximales und ein minimales Ausgangsmoment, das von der Drehzahl abhängt. Das maximale und das minimale Ausgangsmoment ist weiterhin abhängig von der Temperatur der elektrischen Maschine 12 und eines Pulswechselrichters (Figur 2). Die potentiellen Momente hängen weiterhin vom Zustand des elektrischen Bordnetzes 30, insbesondere eines Batterie-Ladezustandes und einer Batteriespannung, ab. Das Bordnetz 30 übermittelt sein momentanes Potential

den elektrischen Maschinen 12 als Signal 62, so dass diese Information in das Signal 60 mit einfließt.

Der Koordinator 26 ermittelt aus den Informationen
5 der Signale 58 und 60 das Momenten- beziehungsweise
Leistungspotential des Hybridantriebs 100 am Ausgang
des Getriebes 14. Ein hieraus resultierendes Signal
64 wird vom Koordinator 26 dem Koordinator 28 über-
mittelt. Hierbei werden insbesondere auch die durch
10 die bauliche Anordnung der Verbrennungskraftmaschine
10, der elektrischen Maschinen 12 und des Getriebes
14 gegebenen physikalischen Zusammenhänge berück-
sichtigt. Das Signal 64 hängt ferner von möglichen
Betriebsmodi des Hybridantriebs 100 ab. Mögliche
15 Betriebsmodi sind beispielsweise rein verbrennungs-
motorischer Betrieb, rein elektrischer Betrieb oder
hybrider elektrisch-verbrennungsmotorischer Betrieb.
Für jeden dieser Betriebsmodi wird ein Momenten-
beziehungsweise Leistungspotential am Ausgang des Ge-
triebes 14 ermittelt und dem Koordinator 28 mit-
20 geteilt. Das Signal 64 hängt ferner vom eingelegten
Gang beziehungsweise der eingestellten Getriebeüber-
setzung und vom Schaltzustand einer oder mehrerer
Kupplungen ab. Neben der Information des aktuell
25 eingelegten Ganges teilt der Koordinator 26 dem
Koordinator 28 darüber hinaus auch die Informations-
signale bei möglichen anderen Gängen mit.

Vom Koordinator 28 werden die Momenten- beziehungs-
30 weise Leistungspotentiale des Hybridantriebes 100 dem
Koordinator 16 als Signal 66 zur Verfügung gestellt.
Hierbei berücksichtigt der Koordinator 28 mögliche

Betriebsmodi und übermittelt nur die Potentiale zugelassener Betriebsmodi.

5 Vom Bremssystem 24 erhält der Koordinator 16 ferner ein Signal 68, das betriebsbedingte Zustandsinformationen über das Bremssystem 24 beinhaltet. Diese können beispielsweise eine momentane Bremskraft, ein Bremskraftgradient oder dergleichen sein.

10 Aufgrund der Signale 66 und 68 liefert der Koordinator 16 einerseits dem Fahrpedal 18 ein Signal 70, das den Bereich vorgibt, innerhalb dessen eine Interpretation des Fahrpedals 18 erfolgen kann. Ferner wird dem Bremspedal 20 ein Signal 72 zugeführt, das
15 den Bereich definiert, innerhalb dessen eine Interpretation des Bremspedals 20 erfolgen soll.

Der Koordinator 16 verknüpft ferner das Signal 34 des Bremspedals 20 mit dem Signal 54, das dem aktuellen
20 Getriebe-Ausgangsmoment des Hybridantriebes 100 entspricht und ermittelt hieraus das Signal 38 als Vorgabe für das Soll-Radbremsmoment des Bremssystems 24.

Es wird also deutlich, dass die Vorgabe des Soll-Radbremsmomentes (Signal 38) unter Berücksichtigung
25 des vom Bordnetz 30 gelieferten Signals 62 und der gelieferten Potentialinformation erfolgt. Diese wird über den Koordinator 26 mit den von der Verbrennungskraftmaschine 10, der elektrischen Maschine 12 und
30 dem Getriebe 14 gelieferten Informationen verknüpft, so dass durch Weiterleitung der entsprechenden Signale an den Koordinator 16 eine koordinierte

Ansteuerung des Hybridantriebes 100, das heißt der Verbrennungskraftmaschine 10, der elektrischen Maschine 12 und des Getriebes 14 sowie des Bremssystems 24 erreicht werden kann, dass bei Aktivierung des Bremssystems 30 beziehungsweise bei sich im Schubbetrieb befindenden Verbrennungskraftmaschine 10 eine optimale Rückgewinnung von Bremsenergie durch gezielten Generatorbetrieb der elektrischen Maschine 12 erfolgen kann. Durch die koordinierte Ansteuerung der Antriebsmaschinen 10 beziehungsweise 12 und des Bremssystems 24 in Abhängigkeit der Anforderungen des Bremspedals 20 (Signal 34) wird hierbei der negativen Momentanforderung (Verzögerungswunsch) an das Fahrzeug optimal entsprochen. Unnötige Verluste werden hierdurch weitgehend vermieden.

Figur 2 zeigt in einem Blockschaltbild die Umsetzung der anhand von Figur 1 erläuterten Steuerung eines Hybridantriebes. Gleiche Teile wie in Figur 1 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und nicht nochmals erläutert. Der Hybridantrieb 100 umfasst die Verbrennungskraftmaschine 10, die elektrische Maschine 12 sowie das Getriebe 14. Eine Kurbelwelle 74 der Verbrennungskraftmaschine 10 ist über eine erste Kupplung 76 mit der elektrischen Maschine 12 wirkverbinderbar. Eine Abtriebswelle 78 der elektrischen Maschine 12 ist über eine zweite Kupplung 80 mit einer Eingangswelle 82 des Getriebes 14 wirkverbinderbar. Eine Abtriebswelle 84 des Getriebes 14 ist mit Antriebswellen 86 wirkverbunden, die hier schematisch angedeutete Räder 88 antreiben. Auf die Räder 88 können hier angedeutete Bremseinrichtungen 90 einwirken.

Das Fahrpedal 18, das Bremspedal 20 und der Fahr-
automat 22 sind mit einem Steuergerät 92 verbunden,
das die in Figur 1 erläuterten Koordinatoren 16, 26
und 28 umfasst.

5

Die Verbrennungskraftmaschine 10 ist über eine
Steuerung 94 ansteuerbar. Die elektrische Maschine 12
ist über einen Pulswechselrichter 96 ansteuerbar,
während das Getriebe 14 und die Kupplungen 76 und 80
über eine Kupplungssteuerung 98 ansteuerbar sind. Die
Bremseinrichtungen 90 sind von dem Bremssystem 24
ansteuerbar. Das Steuergerät 92 ist mit den
Steuerungen 94, 96, 98 in dem Bremssystem 24 über ein
Bussystem (zum Beispiel CAN) 102 verbunden. Über
diesen Bus 102 erfolgt der Austausch der in Figur 1
dargestellten Informationsflüsse zwischen den einzel-
nen Aggregaten zur koordinierten Ansteuerung der
Verbrennungskraftmaschine 10, der elektrischen Ma-
schine 12, des Getriebes 14 und des Bremssystems 24.
Anhand der Darstellung in Figur 2 wird deutlich, dass
sich die Erfindung ohne Aufwand in bestehende Fahr-
zeugstrukturen integrieren lässt.

In Figur 3 ist in Kennlinien der Momentverlauf M über
eine Fahrzeuggeschwindigkeit V dargestellt. Hierbei
ist der Bereich negativer Momente, umgerechnet auf
eine Bremskraft am Rad dargestellt. Für die Kurven-
schar wird von dem in Figur 2 schematisch dargestell-
ten Parallel-Hybridantrieb 100 mit einem 5-Gang-
automatisierten Schaltgetriebe 14, einer elektrischen
Maschine 12, die mittels der zwei automatisiert
betätigbaren Kupplungen 76 und 80 zwischen einer

Schwungscheibe der Verbrennungskraftmaschine 10 und die Getriebeeingangswelle 82 angeordnet ist, ausgegangen.

- 5 In Figur 3 sind für jeden der Gänge, die mit 1., 2., 3., 4. beziehungsweise 5. bezeichnet sind, das maximale Schleppmoment der Verbrennungskraftmaschine 10 als Kennlinien 104 und das maximale Schleppmoment der elektrischen Maschine 12, das deren minimalem Moment entspricht, als Kennlinie 106 eingetragen. Bei rein verbrennungsmotorischem Betrieb des Hybridantriebes 100 ist das Potential durch den Verlauf des Schleppmomentes der Verbrennungskraftmaschine 10 gegeben, während im rein elektrischen Betrieb des Hybridantriebes 100 das Potential durch den Verlauf des minimalen Momentes der elektrischen Maschine 12 gegeben ist. Im hybriden Betrieb können diese beiden Momentkennlinien - immer auf den jeweiligen Gang bezogen - überlagert werden, so dass sich maximal die Summe der beiden Kurven als Potential ergibt.

25

30

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes
eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als An-
10 triebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und
wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die
Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem An-
triebsstrang des Fahrzeuges wirkverbindbar sind, **da-**
durch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit einer ne-
15 gativen Momentanforderung eine diese negative Moment-
anforderung berücksichtigende koordinierte Ansteu-
erung der Antriebsmaschinen (10, 12) und eines elek-
trisch ansteuerbaren Bremssystems (24) des Fahrzeuges
erfolgt.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Vorgabe von Soll-Radbremsmomenten an das
Bremssystem (24) unter Berücksichtigung des Betriebs-
zustandes des Hybridantriebes (100) erfolgt.

25

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass für die Vorgabe des
Soll-Radbremsmomentes das aktuelle Getriebe-Ausgangs-
moment mit dem Anforderungssignal (34) eines Brems-
30 pedals (20) verknüpft wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Interpretation des vom Bremspedal (20) gelieferten Signals (24) innerhalb eines Bereiches erfolgt, der von betriebsbedingten Zustandsinformationen des Bremssystems (24) und momentanen Momenten- beziehungsweise Leistungspotentialen des Hybridantriebes (100) definiert wird.
- 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Momenten- und Leistungspotentiale des Hybridantriebes (100) Betriebsinformationen der Verbrennungskraftmaschine (100) und der elektrischen Maschine (12) berücksichtigt werden.
- 10
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Momenten- und Leistungspotentiale der elektrischen Maschine (12) der Betriebszustand eines elektrischen Bordnetzes (30) berücksichtigt wird.
- 15
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Batterie-Ladezustand und/oder eine Batteriespannung berücksichtigt wird.
- 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Momenten- und Leistungspotentiale die möglichen Betriebsmodi des Hybridantriebes (100) berücksichtigt werden.
- 25
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Momenten- und
- 30

Leistungspotentiale ein eingelegter Gang des Getriebes (14) berücksichtigt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Momenten- und Leistungspotentiale der Schaltzustand von Kupplungen (76, 80) des Hybridantriebes (100) berücksichtigt wird..

10

15

20

25

30

5 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als Antriebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem Antriebsstrang des Fahrzeuges wirkverbindbar sind.

Es ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit einer negativen Momentanforderung eine diese negative Momentanforderung berücksichtigende koordinierte Ansteuerung der Antriebsmaschinen (10, 12) und eines elektrisch ansteuerbaren Bremssystems (24) des Fahrzeuges erfolgt.

(Figur 1)

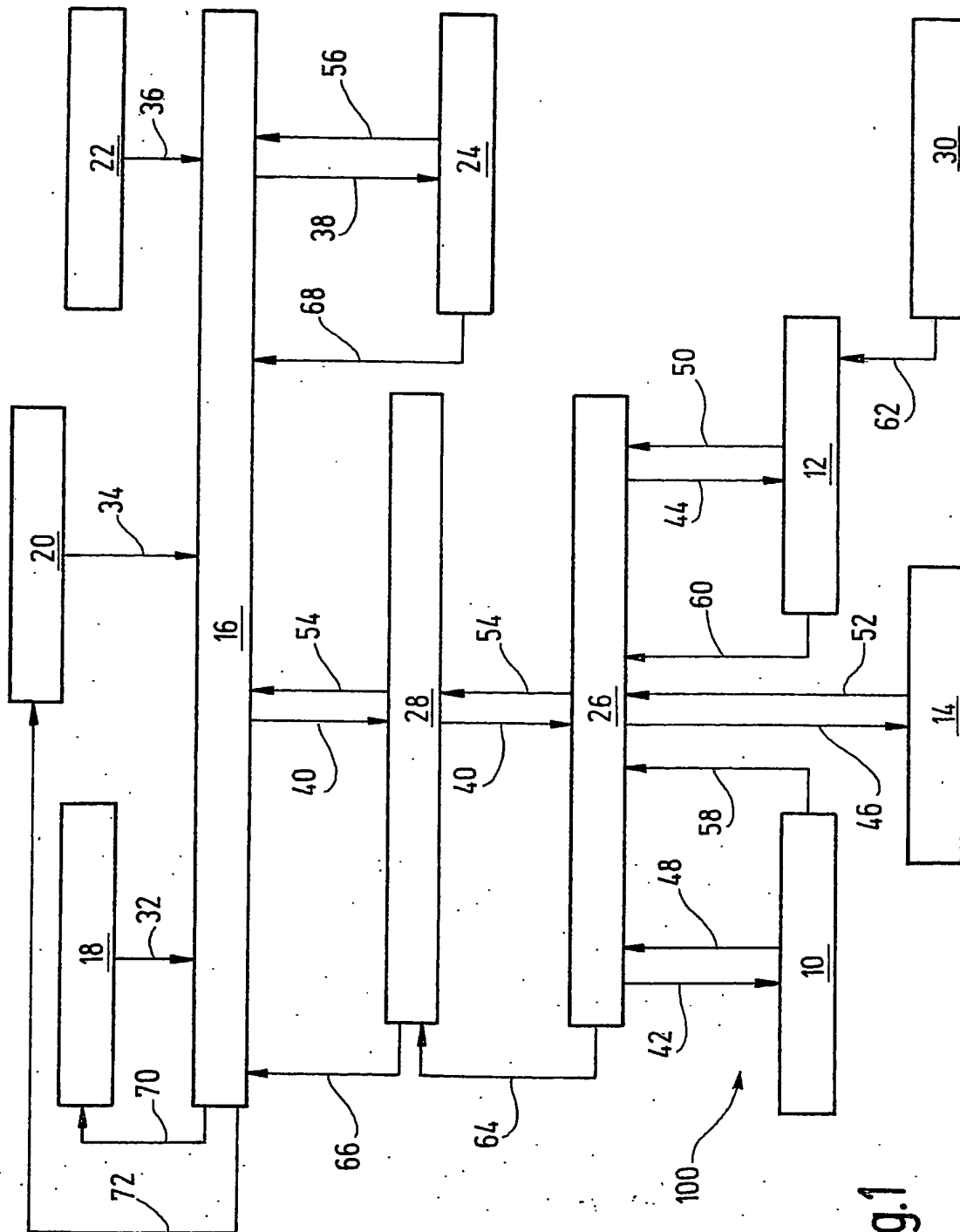


Fig. 1

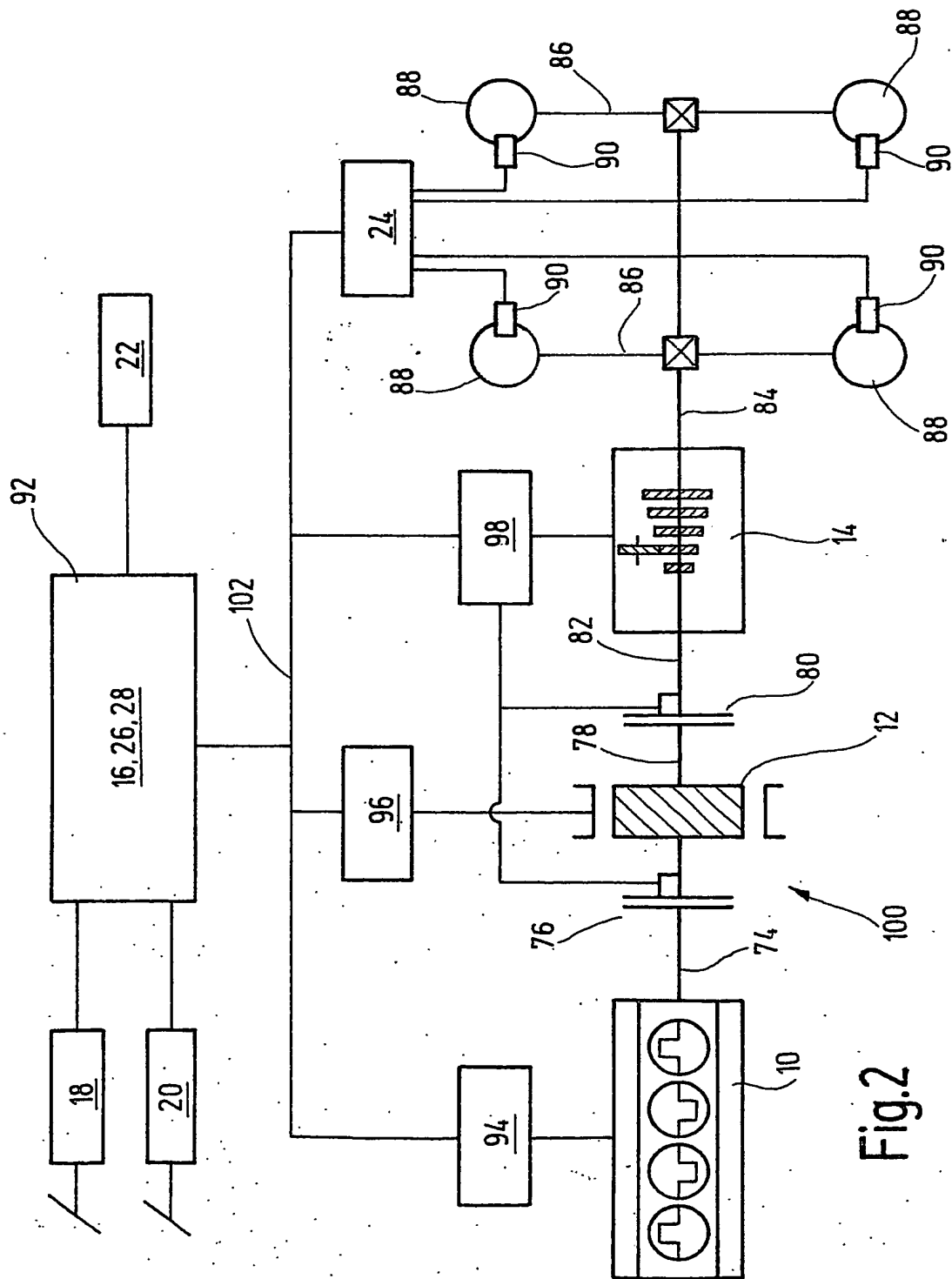


Fig. 2

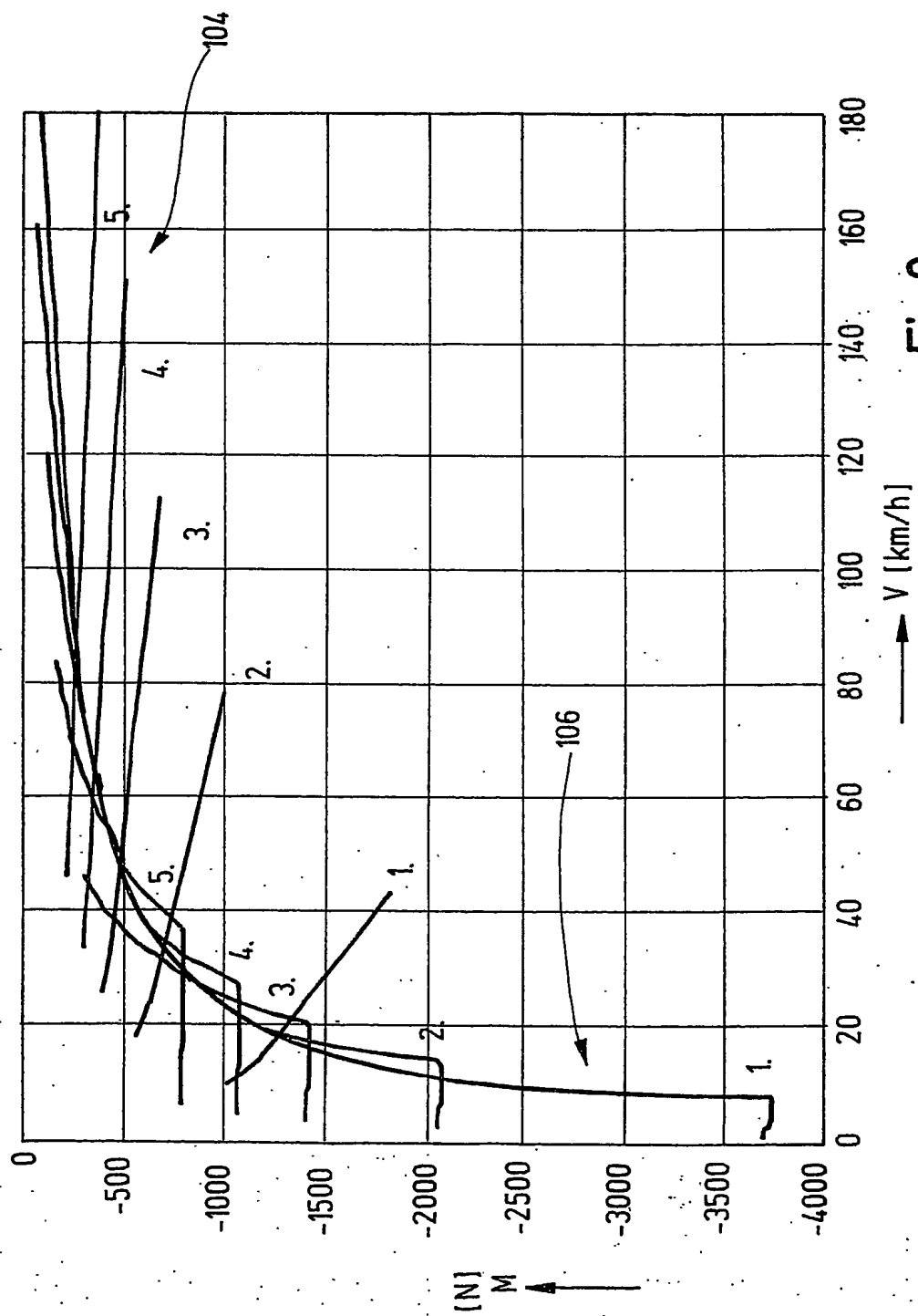


Fig.3